

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-188515

(43)Date of publication of application : 04.07.2000

(51)Int.Cl.

H03D 3/06

(21)Application number : 10-365813

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 24.12.1998

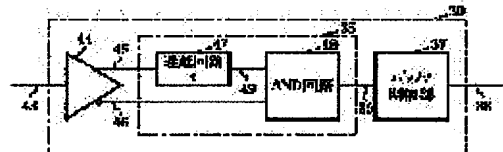
(72)Inventor : ISHIGURO MAKOTO

## (54) FREQUENCY MODULATION RECEPTION CIRCUIT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an FM reception circuit that can demodulate a video signal with excellent quality in an FM batch conversion type optical video transmission system where the signal quality can be improved and its circuit can be made small.

**SOLUTION:** An amplifier section 44, an FM demodulation section 35 and a buffer amplifier section 37 that require processing of a high frequency signal especially are integrated in one chip, and the FM demodulation section 35 adopts a delay detection type FM demodulator optimum to the circuit integration. A first stage limiter amplifier 44 of the delay detection type FM demodulator outputs biphase output signals of in phase and opposite phase, then the circuit is miniaturized by minimizing the circuit configuration and the wiring for delay detection. Thus, impedance at connected parts of each section can be matched with high accuracy and deterioration in a distortion characteristic of a video signal can be suppressed.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-188515

(P2000-188515A)

(43) 公開日 平成12年7月4日 (2000.7.4)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 3 D 3/06

識別記号

F I

H 0 3 D 3/06

テマコード\* (参考)

A

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-365813

(22) 出願日 平成10年12月24日 (1998.12.24)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 石黒 誠

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100083987

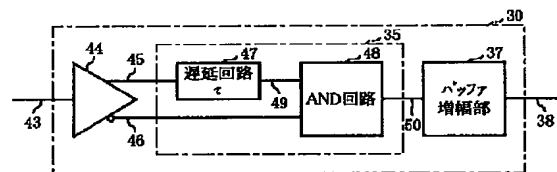
弁理士 山内 梅雄

(54) 【発明の名称】 周波数変調受信回路

(57) 【要約】

【課題】 信号品質の改善と回路の小型化を図り、FM一括変換型光映像伝送システムにおいて良好な品質の映像信号を復調するFM受信回路を提供する。

【解決手段】 特に高周波信号を取り扱う必要のある増幅部33、FM復調部35、バッファ増幅部37を同一チップ内に集積化し、FM復調部35には、集積化に最適な遅延検波型FM復調器を構成するようにしている。遅延検波型FM復調器は、初段のリミッタ増幅器44で同相および逆相の2相の出力信号を出力するようにしたので、遅延検波のための回路構成および配線を最小限にして回路の小型化を図っている。これにより、各部の接続部分のインピーダンス整合を高精度に行うことができ、映像信号の歪特性の劣化を抑えることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力信号を予め決められた振幅レベルまで増幅するリミッタ増幅器と、  
このリミッタ増幅器によって増幅された増幅信号の立ち上がりあるいは立ち下がりを検出してこれに対応するパルスを生成する微分回路と、  
所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有しこの微分回路によって生成されたパルス信号を増幅する増幅器とを具備することを特徴とする周波数変調受信回路。

【請求項 2】 入力信号を予め決められた振幅レベルまで増幅してこの入力信号と同相および逆相の増幅信号を生成するリミッタ増幅器と、  
このリミッタ増幅器によって生成された同相および逆相の増幅信号のうちいずれか一方の増幅信号を遅延させる遅延回路と、  
前記リミッタ増幅器によって生成された増幅信号のうち他方の増幅信号とこの遅延回路によって遅延させられた増幅信号との論理積演算によって生成されたパルスを出力する論理積回路と、  
所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有しこの論理積回路によって生成されたパルス信号を増幅する増幅器とを具備することを特徴とする周波数変調受信回路。

【請求項 3】 入力信号を予め決められた振幅レベルまで増幅するリミッタ増幅器と、  
このリミッタ増幅器によって増幅された増幅信号の立ち上りを検出してこれに対応する第 1 のパルスを生成する第 1 の微分回路と、  
前記リミッタ増幅器によって増幅された増幅信号の立ち下がりを検出してこれに対応する第 2 のパルスを生成する第 2 の微分回路と、  
前記第 1 の微分回路とこの第 2 の微分回路とによって生成された第 1 および第 2 のパルスを結合する結合器と、  
この結合器によって結合されたパルス信号を所定の増幅率で増幅する増幅手段と、  
この増幅手段によって増幅された増幅信号の所定の高周波成分を除去するフィルタとを具備することを特徴とする周波数変調受信回路。

【請求項 4】 それぞれ入力信号を予め決められた振幅レベルまで増幅してこの信号と同相および逆相の増幅信号を生成する第 1 および第 2 のリミッタ増幅器と、  
この第 1 のリミッタ増幅器によって生成された同相および逆相の増幅信号のうちいずれか一方の増幅信号を遅延させる第 1 の遅延回路と、  
前記第 1 のリミッタ増幅器によって生成された増幅信号のうち他方の増幅信号とこの第 1 の遅延回路によって遅延させられた増幅信号との論理積演算によって生成された第 1 のパルスを出力する第 1 の論理積回路と、  
前記第 2 のリミッタ増幅器によって生成された同相およ

び増幅信号のうちいずれか一方の増幅信号を遅延させる第 2 の遅延回路と、

前記第 2 のリミッタ増幅器によって生成された増幅信号のうち他方の増幅信号とこの第 2 の遅延回路によって遅延させられた増幅信号との論理積演算によって生成された第 2 のパルスを出力する第 2 の論理積回路と、  
前記第 1 の論理積回路とこの第 2 の論理積回路とによって生成された第 1 および第 2 のパルスを結合する結合器と、

10 この結合器によって結合されたパルス信号を所定の増幅率で増幅する増幅手段と、  
この増幅手段によって増幅された増幅信号の所定の高周波成分を除去するフィルタとを具備することを特徴とする周波数変調受信回路。

【請求項 5】 前記増幅手段およびフィルタは所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有し前記パルス信号を増幅する増幅器であることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 記載の周波数変調受信回路。

【請求項 6】 同一チップ内に集積化されていることを特徴とする請求項 1 ～請求項 5 記載の周波数変調受信回路。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は周波数変調受信回路に係わり、詳細には一括変換型光映像伝送システムにおける周波数変調受信回路に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から映像信号等を一般家庭の加入者宅まで分配するシステムとして、光通信を用いた周波数変調 (Frequency Modulation: 以下、FM と略す。) 一括変換型光映像伝送システムがある。このシステムで伝送される映像信号は、多チャンネル振幅変調 (Amplitude Modulation: AM) 信号と多チャンネル直交振幅変調 (Quadrature Amplitude Modulation: QAM) 信号とからなる。そしてこれら変調信号は、一括して FM 電気信号に変換される。この FM 電気信号は、さらに光信号に変換され、光通信により一般家庭の各加入者宅まで分配される。一般家庭の各加入者宅では、FM 一括変換型光映像伝送システムにおける光受信装置である光網終端装置 (Optical Network Unit: 以下、ONU と略す。) が設置されている。この ONU では受信した光信号を多チャンネル映像信号に復調する。

【0003】このような FM 一括変換型光映像伝送システムでは、FM 変調信号として 1 ギガヘルツ (以下、GHz と略す。) ～6 GHz といった広帯域信号が用いられる。したがって、このような広帯域信号を扱う FM 受信回路としては、歪の生じない伝達特性を有することが要求されている。

【0004】図 7 は従来提案された FM 受信回路の構成の概要を表わしたものである。この FM 受信回路は、入

力端子 10 から入力された FM 受信信号は増幅器 11 で所定の増幅率で増幅される。増幅器 11 で増幅された増幅信号は、自動利得制御 (Automatic Gain Control: 以下、AGC と略す。) アッテネータ 12 で一定レベルに制御される。この AGC アッテネータ 12 は、その出力レベルを制御回路 13 で監視することによって、AGC アッテネータ 12 の挿入損失を変動させることで、出力レベルの一定制御が行われている。このようにして信号レベルが一定にされた一定レベル受信信号は、FM 復調器 14 で映像信号等に復調される。FM 復調器 14 で復調された映像信号等はバッファ増幅器 15 で増幅されて、出力端子 16 から出力される。

【0005】このように FM 受信回路では、一定レベルに制御された復調信号を入力することによって、FM 復調器 14 で安定した復調を行うようにしている。この FM 復調器 14 としては、例えば遅延検波型 FM 復調器がある。

【0006】図 8 は従来提案された遅延検波型 FM 復調器の構成の概要を表わしたものである。この遅延検波型 FM 復調器では、入力端子 17 から入力された入力信号はリミッタアンプ 18 に入力される。リミッタアンプ 18 は、入力信号を所定の振幅制限値まで増幅する。リミッタアンプ 18 で所定の振幅制限値まで増幅された増幅信号は、遅延回路 19 と、論理回路 20 に入力される。遅延回路 19 は、入力された信号を一定の遅延時間  $\tau$  だけ遅延させることができるようになっている。一方、論理回路 20 は、切替信号入力端子 21 から入力される切替信号 22 に応じて、2 種類の論理演算結果を択一的に選択して出力することができるようになっている。

【0007】遅延検波型 FM 復調器の出力信号の平均電圧値  $V_{out}$  は、検波信号の振幅を  $E$ 、出力信号の周期を  $T$  とすると、一般的に次のように表わされる。なお図 8 における検波信号は、論理回路 20 の出力信号に相当する。

$$V_{out} = E \cdot \tau / T \quad \dots (1)$$

【0008】すなわち (1) 式を参照すると、検波信号の振幅  $E$  および遅延時間  $\tau$  を一定としたとき、出力信号の平均電圧値  $V_{out}$  は  $T$  の逆数である出力信号の周波数に比例する。これにより周波数と出力電圧との変換による FM 検波を実現することができる。また論理回路 20 で、リミッタアンプ 18 で増幅された増幅信号と、これを論理反転して遅延時間  $\tau$  だけ遅延させた信号との論理積を演算するものとする。この場合、周期  $T$  内にリミッタアンプ 18 による増幅信号の立ち上がりごと、幅  $\tau$  のパルスが 1 つ生成される。これに対して、論理回路 20 で排他的論理和を演算するものとする。この場合、周期  $T$  内にリミッタアンプ 18 による増幅信号の立ち上がりおよび立ち下がりごと、それぞれ幅  $\tau$  のパルスが 1 つ生成される。

【0009】図 9 は論理回路 20 で排他的論理和を演算

した場合における図 8 で示した FM 復調器の各部の動作波形の概要を表わしたものである。同図 (a) はリミッタアンプ 18 による増幅信号 23、同図 (b) は遅延回路 19 によって生成された遅延信号 24、同図 (c) は論理回路 20 の出力信号 25 それぞれの動作波形を示している。このように増幅信号 23 と遅延信号 24 の排他的論理和を演算することで、出力信号 25 は周期  $T$  内に増幅信号 23 の立ち上がりおよび立ち下がりにおいて、それぞれ幅  $\tau$  の 2 つのパルスが生成される。

【0010】図 8 に戻って説明を続ける。(1) 式によれば、周期  $T$  に生成されるパルスが多いほど、これに比例して平均電圧値  $V_{out}$  は大きくなる。すなわち、検波感度が向上する。これに対して周期  $T$  が短くなればなるほど、すなわち高周波になればなるほど、1 周期内に多数のパルスを生成することが難しくなるため、検波特性が劣化してしまう。そこで、図 8 に示す FM 検波回路では、受信する FM 信号の周波数帯域に応じて、論理回路 20 が生成するパルスの数を変化させている。受信する FM 信号が低周波のときは、論理回路 20 では排他的論理和を演算させることによって、できるだけ検波感度を向上させている。一方、FM 信号が高周波のときは、論理回路 20 では論理積を演算させるようにすることによって、できるだけ生成したパルスを正確に検出できるようにして検波特性の劣化を回避している。このような切り替えを、切替信号 21 で行っている。これにより、広範囲な周波数領域に対応可能な FM 検波回路を実現している。

【0011】このようにして検波された論理回路 20 の出力信号は、低域通過フィルタ (Low Pass Filter: LPF) 26 により高周波成分が除去されて出力端子 27 から出力される。このような集積化に適した論理回路を用いて広周波数帯域にまで対応可能な FM 検波回路に関する技術としては、例えば特開平 10-117111 号公報「FM 検波回路」に開示されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら図 7 に示した FM 受信回路では、AGC アッテネータ 12 を制御するための制御回路 13 が必要である。この制御回路 13 は、図示を省略しているが、出力信号のレベルを監視するために、FM 受信信号から搬送波周波数成分を逡減して中間周波数 (Intermediate Frequency: IF) 信号を抜き出すためのフィルタや、レベル検出回路が含まれている。したがって、このような FM 受信回路では装置を小型化することが困難であった。しかも、FM 復調器として図 8 に示した FM 検波回路を用いて集積化しようとしても、各部品は電気コネクタまたはマイクロストリップラインにより接続されていた。FM 信号の帯域では周波数特性は平坦であることが望ましいが、このような電気部品の接続部による反射のために復調した映像信号の品質特性である歪特性が劣化してしまう。そして、こ

れら部品を損失なく接続するために行う必要のあるインピーダンス整合のため、超高周波信号を扱う上で好ましい装置の小型化を困難にしている。またFM受信回路で用いられるFM復調器の復調特性が、1GHz～6GHzといった広帯域でリニアな特性が必要とされるが、これら接続部における特性劣化は避けられない。しかしながら、FM一括変換型光映像伝送システムの加入者装置に適用するFM受信回路としては、低消費電力、小型および低コストであることが要求される。

【0013】そこで本発明の目的は、信号品質の改善と回路の小型化を図り、FM一括変換型光映像伝送システムにおいて良好な品質の映像信号を復調するFM受信回路を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、(イ)入力信号を予め決められた振幅レベルまで増幅するリミッタ増幅器と、(ロ)このリミッタ増幅器によって増幅された増幅信号の立ち上がりあるいは立ち下がりを検出してこれに対応するパルスを生成する微分回路と、(ハ)所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有しこの微分回路によって生成されたパルス信号を増幅する増幅器とを周波数変調受信回路に具備させる。

【0015】すなわち請求項1記載の発明では、リミッタ増幅器によって入力レベルにかかわらず予め決められた振幅レベルまで増幅された入力信号は、微分回路でその立ち上がりあるいは立ち下がりが検出されて、これに対応するパルスが生成される。微分回路で生成されたパルスは、所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有する増幅器で増幅されるため、高調波成分が除去されて周期内のパルス数に比例した平均電圧値を有する信号レベルの検波信号が生成される。このように所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有する増幅器を用いることで、従来のFM受信回路に比べて部品点数を削減し、回路の小型化および低コスト化を削減することができるようになる。

【0016】請求項2記載の発明では、(イ)入力信号を予め決められた振幅レベルまで増幅してこの入力信号と同相および逆相の増幅信号を生成するリミッタ増幅器と、(ロ)このリミッタ増幅器によって生成された同相および逆相の増幅信号のうちいずれか一方の増幅信号を遅延させる遅延回路と、(ハ)リミッタ増幅器によって生成された増幅信号のうち他方の増幅信号とこの遅延回路によって遅延させられた増幅信号との論理積演算によって生成されたパルスを出力する論理積回路と、(ニ)所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有しこの論理積回路によって生成されたパルス信号を増幅する増幅器とを周波数変調受信回路に具備させる。

【0017】すなわち請求項2記載の発明では、リミッタ増幅器では入力信号の入力レベルにかかわらず予め決

められた振幅レベルまで増幅された入力信号と同相および逆相の増幅信号を生成する。このうちのいずれか一方の増幅信号は遅延回路で遅延させられ、論理積回路で他方の増幅信号とこの遅延回路で遅延させられた増幅信号との論理積演算によって生成されたパルスを生成する。そして、この論理積回路で生成されたパルスは、所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有する増幅器で増幅されるため、高調波成分が除去されて周期内のパルス数に比例した平均電圧値を有する信号レベルの検波信号が生成されるようにしている。このように所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有する増幅器を用いるとともに、リミッタ増幅器で入力信号と同相および逆相の増幅信号を生成するようにすることでパルス生成のための付加回路の削減も図ることができるので、さらに部品点数を削減し、回路の小型化および低コスト化を削減することができるようになる。

【0018】請求項3記載の発明では、(イ)入力信号を予め決められた振幅レベルまで増幅するリミッタ増幅器と、(ロ)このリミッタ増幅器によって増幅された増幅信号の立ち上がりを検出してこれに対応する第1のパルスを生成する第1の微分回路と、(ハ)リミッタ増幅器によって増幅された増幅信号の立ち下がりを検出してこれに対応する第2のパルスを生成する第2の微分回路と、(ニ)第1の微分回路とこの第2の微分回路とによって生成された第1および第2のパルスを結合する結合器と、(ホ)この結合器によって結合されたパルス信号を所定の増幅率で増幅する増幅手段と、(ヘ)この増幅手段によって増幅された増幅信号の所定の高周波成分を除去するフィルタとを周波数変調受信回路に具備させる。

【0019】すなわち請求項3記載の発明では、リミッタ増幅器によって入力レベルにかかわらず予め決められた振幅レベルまで増幅された入力信号は、第1の微分回路でその立ち上がり検出されて、これに対応するパルスが生成される。同様に第2の微分回路でその立ち下がり検出されて、これに対応するパルスが生成される。これら微分回路で検出された第1および第2のパルスは、結合器で結合される。結合器で結合されたパルスは、増幅手段で所定の増幅率で増幅され、フィルタで所定の高周波成分を除去されるため、高調波成分が除去されて周期内のパルス数に比例した平均電圧値を有する信号レベルの検波信号が生成される。このように入力信号を並列化して2つの微分回路で1周期内で生成されるパルス数を増加させることができるようになるので、検波感度を2倍に向上させることができる。

【0020】請求項4記載の発明では、(イ)それぞれ入力信号を予め決められた振幅レベルまで増幅してこの信号と同相および逆相の増幅信号を生成する第1および第2のリミッタ増幅器と、(ロ)この第1のリミッタ増幅器によって生成された同相および逆相の増幅信号のう

ちいずれか一方の増幅信号を遅延させる第1の遅延回路と、(ハ)第1のリミッタ増幅器によって生成された増幅信号のうち他方の増幅信号とこの第1の遅延回路によって遅延させられた増幅信号との論理積演算によって生成された第1のパルスを出力する第1の論理積回路と、

(ニ)第2のリミッタ増幅器によって生成された同相および増幅信号のうちいずれか一方の増幅信号を遅延させる第2の遅延回路と、(ホ)第2のリミッタ増幅器によって生成された増幅信号のうち他方の増幅信号とこの第2の遅延回路によって遅延させられた増幅信号との論理積演算によって生成された第2のパルスを出力する第2の論理積回路と、(ヘ)第1の論理積回路とこの第2の論理積回路とによって生成された第1および第2のパルスを結合する結合器と、(ト)この結合器によって結合されたパルス信号を所定の増幅率で増幅する増幅手段と、(チ)この増幅手段によって増幅された増幅信号の所定の高周波成分を除去するフィルタとを周波数変調受信回路に具備させる。

【0021】すなわち請求項4記載の発明では、それぞれ第1および第2のリミッタ増幅器では入力信号の入力レベルにかかわらず予め決められた振幅レベルまで増幅された入力信号と同相および逆相の増幅信号を生成する。第1のリミッタ増幅器で生成されたいずれか一方の増幅信号は第1の遅延回路で遅延させられ、第1の論理積回路で他方の増幅信号とこの第1の遅延回路で遅延させられた増幅信号との論理積演算によって生成された第1のパルスを生成する。第2のリミッタ増幅器で生成されたいずれか一方の増幅信号は第2の遅延回路で遅延させられ、第2の論理積回路で他方の増幅信号とこの第2の遅延回路で遅延させられた増幅信号との論理積演算によって生成された第2のパルスを生成する。そして、これら第1および第2の論理積回路で生成された第1および第2のパルスは、結合器で結合され、増幅手段で所定の増幅率で増幅された後、フィルタで所定の高周波成分を除去されるため、高調波成分が除去されて周期内のパルス数に比例した平均電圧値を有する信号レベルの検波信号が生成されるようにしている。このように第1および第2のリミッタ増幅器でそれぞれ生成した入力信号と同相および逆相の増幅信号でパルス生成のための付加回路を削減し、さらに並列化して1周期内で生成されるパルス数を増加させるようにしたので、部品点数の削減とともに、検波感度を2倍に向上させることができる。

【0022】請求項5記載の発明では、請求項3または請求項4記載の周波数変調受信回路で、増幅手段およびフィルタは所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有しパルス信号を増幅する増幅器であることを特徴としている。

【0023】すなわち請求項5記載の発明では、請求項3または請求項4における増幅手段およびフィルタを、所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有す

る増幅器で増幅するようにすることによって、パルス信号から高調波成分が除去されて周期内のパルス数に比例した平均電圧値を有する信号レベルの検波信号が生成されるようにした。このように所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有する増幅器を用いることで、請求項3または請求項4記載の発明の効果に加えて従来のFM受信回路に比べて部品点数を削減し、回路の小型化および低コスト化を削減することができるようになる。

【0024】請求項6記載の発明では、請求項1〜請求項5記載の周波数変調受信回路で、同一チップ内に集積化されていることを特徴としている。

【0025】すなわち請求項6記載の発明では、同一チップ内に集積化するようにしたので、従来から必要であった各部の接続部分のインピーダンス整合を高精度に行うことができる。したがって、接続部での信号の反射をほとんど無視できるようになり、映像信号の歪特性の劣化を抑えることができるようになる。また、各接続部で入出力インピーダンスを50[Ω]にする必要もなくなるため、従来は各部品内の入出力部が必要であった50[Ω]のバッファ回路が不要となり、回路の小型化と低消費電力化を図ることができるようになる。

【0026】

【発明の実施の形態】

【0027】

【実施例】以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0028】第1の実施例

【0029】図1は本発明の第1の実施例におけるFM受信回路の構成の概要を表わしたものである。このFM受信回路30では、入力端子31から入力された入力信号32が増幅部33に供給されている。この入力信号32は、図示しないFM送信回路で多チャンネル映像信号をFM変調することによって得られた広帯域FM信号である。増幅部33では、供給された広帯域の入力信号32を増幅する。そして、増幅信号34としてFM復調部35に供給する。FM復調部35は、遅延型FM検波方式により広帯域の入力信号から元の多チャンネル映像信号に復調する。FM復調部35から出力された多チャンネル映像信号36は、バッファ増幅部37で増幅される。そして、映像信号38として出力端子39から出力される。さらに第1の実施例におけるFM受信回路は、増幅部33、FM復調部35およびバッファ増幅部37が集積化されて同一チップ内に配置されている。

【0030】まずこのFM受信回路が、FM一括変調型光映像伝送システムにおける光受信装置であるONUに適用されているものとして、このONUについて説明する。そして、次にFM受信回路の構成要部について説明する。

【0031】図2は図1に示したFM受信回路が適用されたONUの構成の概要を表わしたものである。ただ

し、図1に示したFM受信回路と同一部分には同一符号を付している。このONU40は、受光モジュール41とFM受信回路30とを備えている。受光モジュール41には、光ファイバ42を介して広帯域のFM信号で強度変調された光信号が入力されている。この光信号は図示しないFM送信回路で多チャンネル映像信号をFM変調することによって得られた広帯域なFM信号である。受光モジュール41は、入力された光信号パワーに応じた振幅レベルの電気信号に変換する光電変換機能を有している。受光モジュール41で光電変換された広帯域FM信号43は、FM受信回路30に供給される。FM受信回路30では、この広帯域FM信号43を多チャンネル映像信号に復調して、映像信号38として出力することができるようになっている。

【0032】図3はこのようなONU40に適用されるFM受信回路30の構成要部の概要を表わしたものである。ただし、図1に示したFM受信回路と同一部分には同一符号を付している。FM受信回路30は、リミッタ増幅器44と、FM復調部35と、バッファ増幅部37とを備えている。リミッタ増幅器44は、入力される広帯域FM信号43を所定の振幅制限値まで増幅し、これを広帯域FM信号43と同相の同相出力信号45と、逆相の逆相出力信号46としてそれぞれ出力することができるようになっている。この所定の振幅制限値は、後段のFM復調部35が正常に動作するために必要な振幅値である。この所定の振幅制限値まで増幅された同相出力信号45および逆相出力信号46は、ともにFM復調部35に入力されている。

【0033】FM復調部35は、遅延検波型FM復調器であり、遅延回路47と、2入力論理積（以下、ANDと略す。）回路48とを備えている。このFM復調部35に入力された同相出力信号45は、遅延回路47に入力されている。また、FM復調部35に入力された逆相出力信号46は、2入力AND回路48の一方の入力端子に入力されている。遅延回路47は、入力された同相出力信号45を一定の遅延時間 $\tau$ だけ遅延させた同相出力遅延信号49を出力させることができるようになっている。この同相出力遅延信号49は2入力AND回路48の他方の入力端子に入力されている。2入力AND回路48は、同相出力遅延信号49と逆相出力信号46の論理積演算を行い、その出力信号をFM復調信号50としてバッファ増幅部37に供給する。バッファ増幅部37は、所定の増幅率でFM復調信号50を増幅して、映像信号38として出力する。

【0034】このようなFM受信回路では、FM一括変換型光映像伝送システムに適用するため、映像信号の周波数帯域90メガヘルツ（以下、MHzと略す。）～800MHzに対応するように、バッファ増幅部37の周波数帯域も90MHz～800MHzの帯域をカバーする必要がある。一般に遅延検波型FM復調器では、FM

信号をパルス化し、LPFにより復調信号のみを取り出すことで復調を行っている。図3に示したFM復調回路では、バッファ増幅部37に従来のLPFと同様の低域通過特性の周波数特性を有する増幅器を用いることで、復調出力を得るようにしている。

【0035】次に図4を参照しながら、図3に示したFM受信回路30の動作について説明する。

【0036】図4は図3に示したFM受信回路30の各部の動作波形を表わしたものである。同図（a）は広帯域FM信号43の動作波形、同図（b）は同相出力信号45の動作波形、同図（c）は逆相出力信号46の動作波形、同図（d）は同相出力遅延信号49の動作波形、同図（e）はFM復調信号50の動作波形を示している。すなわち第1の実施例におけるFM受信回路30は、同図（a）に示すような広帯域FM信号43が、受光モジュール41によって光電変換されて、FM受信回路30に供給されている。リミッタ増幅器44は、所定の振幅制限値のレベルまでこれを増幅する。このリミッタ増幅器44は、同図（b）に示すその入力の広帯域FM信号43と同相の同相出力信号45と、同図（c）に示す逆相の逆相出力信号46とを出力することができるようになっている。同相出力信号45は遅延回路47によって、同図（d）に示すように一定の遅延時間 $\tau$ だけ遅延した同相出力遅延信号49が生成され、2入力AND回路48に対して出力される。2入力AND回路48は、同相出力遅延信号49と逆相出力信号46の論理積を演算し、同図（e）に示すようなパルス状のFM復調信号50を生成する。FM復調信号50は、バッファ増幅部37に入力され、所定の増幅率で増幅され映像信号38として外部に出力される。このバッファ増幅部37は、所定の高周波帯域の周波数成分を伝達しないLPFと同様の周波数特性を有しており、FM復調信号50の低周波成分のみが平均化された電圧値を有する映像信号38を生成する。この平均化された電圧値は、広帯域FM信号43の周期Tのパルスの数にも比例しており、周期T内のパルス数が多いほど検出感度が良くなる。

【0037】このように第1の実施例におけるFM受信回路は、特に高周波信号を取り扱う必要のある増幅部33、FM復調部35、バッファ増幅部37を同一チップ内に集積化するようにしている。そして、FM復調部35には、集積化に最適な遅延検波型FM復調器を構成するようにしている。さらにこの遅延検波型FM復調器は、初段のリミッタ増幅器44で同相および逆相の2相の出力信号を出力してFM受信信号の立ち上がりを検出する微分回路を構成するようにしている。これにより、遅延検波のための回路構成および配線を最小限にして回路の小型化を図ることができる。さらにこのようなFM受信回路を適用することで、従来から必要であった各部の接続部分のインピーダンス整合を高精度に行うことができる。したがって、接続部での信号の反射をほとんど

無視できるようになり、映像信号の歪特性の劣化を抑えることができるようになる。また、各接続部で入出力インピーダンスを50[Ω]にする必要もなくなるため、従来は各部品内の入出力部が必要であった50[Ω]のバッファ回路が不要となり、回路の小型化と低消費電力化を図ることができるようになる。

#### 【0038】第2の実施例

【0039】第2の実施例におけるFM受信回路は、第1の実施例におけるFM受信回路と原理的な構成を同一とするものの、復調感度を向上させる工夫がされていることを特徴としている。すなわち、リミッタ増幅部とFM復調部とをそれぞれ並列化し、広帯域FM信号の周期T内で生成されるパルス数を多くすることで、復調感度を向上させている。

【0040】図5は第2の実施例におけるFM受信回路の構成要部の概要を表わしたものである。ただし、図3に示した第1の実施例におけるFM受信回路と同一部分には同一符号を付し、適宜説明を省略する。第2の実施例におけるFM受信回路60は、リミッタ増幅部61と、FM復調部62と、バッファ増幅部37とを備えている。リミッタ増幅部61は、2つのリミッタ増幅器63<sub>1</sub>、63<sub>2</sub>を備えており、ともに受光モジュールによって光電変換された広帯域FM信号43が入力されている。リミッタ増幅器63<sub>1</sub>は、この広帯域FM信号43を所定の振幅制限値まで増幅し、これを広帯域FM信号43と同相の同相出力信号64<sub>1</sub>と、逆相の逆相出力信号65<sub>1</sub>としてそれぞれ出力することができるようになっている。リミッタ増幅器63<sub>2</sub>も、この広帯域FM信号43を所定の振幅制限値まで増幅し、これを広帯域FM信号43と同相の同相出力信号64<sub>2</sub>と、逆相の逆相出力信号65<sub>2</sub>としてそれぞれ出力することができるようになっている。リミッタ増幅器63<sub>1</sub>、63<sub>2</sub>によって広帯域FM信号43が増幅される所定の振幅制限値は、後段のFM復調部62が正常に動作するために必要な振幅値である。これら同相出力信号64<sub>1</sub>、64<sub>2</sub>および逆相出力信号65<sub>1</sub>、65<sub>2</sub>は、FM復調部62に入力されている。

【0041】FM復調部62は、2並列の遅延検波型FM復調器であり、リミッタ増幅部61のリミッタ増幅器63<sub>1</sub>、63<sub>2</sub>それぞれに対応して遅延回路66<sub>1</sub>、66<sub>2</sub>および2入力AND回路67<sub>1</sub>、67<sub>2</sub>を備えている。このFM復調部62に入力された同相出力信号64<sub>1</sub>は、遅延回路66<sub>1</sub>に入力されている。また、FM復調部62に入力された逆相出力信号65<sub>1</sub>は、2入力AND回路67<sub>1</sub>の一方の入力端子に入力されている。遅延回路66<sub>1</sub>は入力された同相出力信号64<sub>1</sub>を、一定の遅延時間τだけ遅延させた同相出力遅延信号68<sub>1</sub>を出力させることができるようになっている。この同相出力遅延信号68<sub>1</sub>は、2入力AND回路67<sub>1</sub>の他方の入力端子に入力されている。2入力AND回路67<sub>1</sub>は、同相出力

遅延信号68<sub>1</sub>と逆相出力信号65<sub>1</sub>の論理積演算を行い、その出力信号をAND回路出力信号69<sub>1</sub>として結合器70に出力する。一方、このFM復調部62に入力された同相出力信号64<sub>2</sub>は、2入力AND回路67<sub>2</sub>の一方の入力端子に入力されている。また、FM復調部62に入力された逆相出力信号65<sub>2</sub>は、遅延回路66<sub>2</sub>に入力されている。遅延回路66<sub>2</sub>は入力された逆相出力信号65<sub>2</sub>を、一定の遅延時間τだけ遅延させた逆相出力遅延信号68<sub>2</sub>を出力させることができるようになっている。この逆相出力遅延信号68<sub>2</sub>は、2入力AND回路67<sub>2</sub>の他方の入力端子に入力されている。2入力AND回路67<sub>2</sub>は、逆相出力遅延信号68<sub>2</sub>と同相出力信号64<sub>2</sub>の論理積演算を行い、その出力信号をAND回路出力信号69<sub>2</sub>として結合器70に出力する。結合器70はAND回路出力信号69<sub>1</sub>、69<sub>2</sub>を結合したFM復調信号50を生成し、バッファ増幅部37に供給する。バッファ増幅部37は、所定の増幅率でFM復調信号50を増幅して、映像信号38として出力する。

【0042】次に図6を参照しながら、図4に示したFM受信回路60の動作について説明する。

【0043】図6は図4に示したFM受信回路60の各部の動作波形を表わしたものである。同図(a)は広帯域FM信号43の動作波形、同図(b)は同相出力信号64<sub>1</sub>の動作波形、同図(c)は逆相出力信号65<sub>1</sub>の動作波形、同図(d)は同相出力遅延信号68<sub>1</sub>の動作波形、同図(e)はAND回路出力信号69<sub>1</sub>の動作波形をそれぞれ示している。さらに同図(f)は同相出力信号64<sub>2</sub>の動作波形、同図(g)は逆相出力信号65<sub>2</sub>の動作波形、同図(h)は逆相出力遅延信号68<sub>2</sub>の動作波形、同図(i)はAND回路出力信号69<sub>2</sub>の動作波形、同図(j)はFM復調信号50の動作波形をそれぞれ示している。すなわち第2の実施例では、同図(a)に示すような広帯域FM信号43が、受光モジュールによって光電変換され、FM受信回路62に供給されている。

【0044】リミッタ増幅器63<sub>1</sub>は、広帯域FM信号43を所定の振幅制限値のレベルまでこれを増幅する。このリミッタ増幅器63<sub>1</sub>は、同図(b)に示すその入力の広帯域FM信号43と同相の同相出力信号64<sub>1</sub>と、同図(c)に示す逆相の逆相出力信号65<sub>1</sub>とを出力することができるようになっている。同相出力信号64<sub>1</sub>は遅延回路66<sub>1</sub>によって、同図(d)に示すように一定の遅延時間τだけ遅延した同相出力遅延信号68<sub>1</sub>が生成され、2入力AND回路67<sub>1</sub>に対して出力される。2入力AND回路67<sub>1</sub>は、同相出力遅延信号68<sub>1</sub>と逆相出力信号65<sub>1</sub>の論理積を演算し、同図(e)に示すようなパルス状のAND回路出力信号69<sub>1</sub>を生成する。一方、リミッタ増幅器63<sub>2</sub>は、広帯域FM信号43を所定の振幅制限値のレベルまでこれを増幅する。このリミッタ増幅器63<sub>2</sub>は、同図(f)に示すその入



力の広帯域FM信号43と同相の同相出力信号64<sub>2</sub>と、同図(g)に示す逆相の逆相出力信号65<sub>2</sub>とを出力することができるようにしている。逆相出力信号65<sub>2</sub>は遅延回路66<sub>2</sub>によって、同図(h)に示すように一定の遅延時間 $\tau$ だけ遅延した逆相出力遅延信号68<sub>2</sub>が生成され、2入力AND回路67<sub>2</sub>に対して出力される。2入力AND回路67<sub>2</sub>は、逆相出力遅延信号68<sub>2</sub>と同相出力信号64<sub>2</sub>の論理積を演算し、同図(i)に示すようなパルス状のAND回路出力信号69<sub>2</sub>を生成する。

【0045】AND回路出力信号69<sub>1</sub>、69<sub>2</sub>は、結合器70で結合され、同図(j)に示すFM復調信号50を生成する。FM復調信号50は、バッファ増幅部37に入力され、所定の増幅率で増幅され映像信号38として外部に出力される。このバッファ増幅部37は、所定の高周波帯域の周波数成分を伝達しないLPFと同様の周波数特性を有しており、FM復調信号50の低周波成分のみが平均化された電圧値を有する映像信号38を生成する。この平均化された電圧値は、広帯域FM信号43の周期Tのパルスの数にも比例しており、周期T内のパルス数が多いほど検出感度が良くなる。したがって、第1の実施例におけるFM受信回路に比べて周期T内の

パルス数が2倍になるため、検波感度も2倍に向上させることができる。

【0046】このように第2の実施例におけるFM受信回路は、第1の実施例におけるFM受信回路の原理的な構成を応用してFM復調部を、それぞれ広帯域FM信号の立ち上がり及び立ち下がりを検出する微分回路によって並列化するようにした。そしてこれを並列化のような同一回路の使用に最適な集積化によって実現すること

で、並列化しても回路面積がそれほど大きくなることなく復調感度を向上させたFM受信回路を提供することができるようになる。

【0047】なお第1の実施例では、広帯域FM信号と同相の同相出力信号を遅延回路47により遅延させていたが、これに限定されるものではなく逆相の逆相出力信号を遅延させるようにしてもよい。

【0048】なお第1および第2の実施例では、バッファ増幅部にLPFの役割を果たすように、LPFとしての周波数帯域を有するバッファ増幅器を用いるようにしていたが、高周波成分を減速する回路としてこれに限定されるものではない。

【0049】なお第2の実施例では遅延回路を用いて受光モジュールによって光電変換された広帯域FM信号の立ち上がりおよび立ち下がりを検出し、パルスを生成するようにしていたが、これら立ち上がりおよび立ち下がりを検出する微分回路はこれに限定されるものではない。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように請求項1記載の発明

によれば、所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有する増幅器を用いることで、従来のFM受信回路に比べて部品点数を削減し、回路の小型化および低コスト化を削減することができるようになる。

【0051】また請求項2記載の発明によれば、所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有する増幅器を用いるとともに、リミッタ増幅器で入力信号と同相および逆相の増幅信号を生成するようにすることでパルス生成のための付加回路の削減も図ることができるので、さらに部品点数を削減し、回路の小型化および低コスト化を削減することができるようになる。

【0052】さらにまた請求項3記載の発明によれば、入力信号を並列化して2つの微分回路で1周期内で生成されるパルス数を増加させることができるようになるので、検波感度を2倍に向上させることができる。

【0053】さらに請求項4記載の発明によれば、第1および第2のリミッタ増幅器でそれぞれ生成した入力信号と同相および逆相の増幅信号でパルス生成のための付加回路を削減し、さらに並列化して1周期内で生成されるパルス数を増加させるようにしたので、部品点数の削減とともに、検波感度を2倍に向上させることができる。

【0054】さらに請求項5記載の発明によれば、所定の高周波成分を除去する低域通過周波数特性を有する増幅器を用いることによって、請求項3または請求項4記載の発明の効果に加えて従来のFM受信回路に比べて部品点数を削減し、回路の小型化および低コスト化を削減することができるようになる。

【0055】さらに請求項6記載の発明によれば、同一チップ内に集積化するようにすることによって、従来から必要であった各部の接続部分のインピーダンス整合を高精度に行うことができる。したがって、接続部での信号の反射をほとんど無視できるようになり、映像信号の歪特性の劣化を抑えることができるようになる。また、各接続部で入出力インピーダンスを50[Ω]にする必要もなくなるため、従来は各部品内の入出力部で必要であった50[Ω]のバッファ回路が不要となり、回路の小型化と低消費電力化を図ることができるようになる。特に、同相および逆相の増幅信号を扱うようにすることで、非常に簡単な回路を複数使用することができるので、集積化による回路面積の縮小化および配線の簡素化に適する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例におけるFM受信回路の構成の概要を示すブロック図である。

【図2】第1の実施例のけるFM受信回路が適用されたONUの構成の概要を示すブロック図である。

【図3】第1の実施例におけるFM受信回路の構成要素の概要を示すブロック図である。

【図4】第1の実施例におけるFM受信回路の各部の動

作を示す動作波形図である。

【図5】本発明の第2の実施例におけるFM受信回路の構成要部の概要を示すブロック図である。

【図6】第2の実施例におけるFM受信回路の各部の動作を示す動作波形図である。

【図7】従来提案されたFM受信回路の構成の概要を示すブロック図である。

【図8】従来提案された遅延検波型FM復調器の構成の概要を示すブロック図である。

【図9】従来提案されたFM復調器の各部の動作を示す動作波形図である。

【符号の説明】

30、60 FM受信回路

31 入力端子

32 入力信号

33 増幅部

34 増幅信号

35、62 FM復調部

\* 36 多チャンネル映像信号

37 バッファ増幅部

38 映像信号

40 ONU

41 受光モジュール

42 光ファイバ

43 広帯域FM信号

44、63<sub>1</sub>、63<sub>2</sub> リミッタ増幅器

45、64<sub>1</sub>、64<sub>2</sub> 同相出力信号

46、65<sub>1</sub>、65<sub>2</sub> 逆相出力信号

47、66<sub>1</sub>、66<sub>2</sub> 遅延回路

48、67<sub>1</sub>、67<sub>2</sub> 2入力AND回路

49、68<sub>1</sub> 同相出力遅延信号

50 FM復調信号

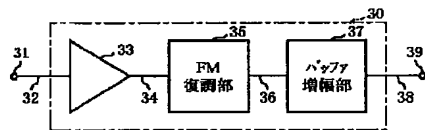
61 リミッタ増幅部

62 逆相出力遅延信号

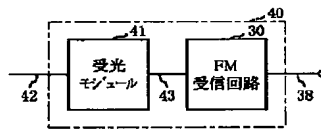
69<sub>1</sub>、69<sub>2</sub> AND回路出力信号

\* 70 結合器

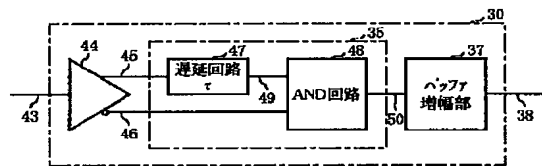
【図1】



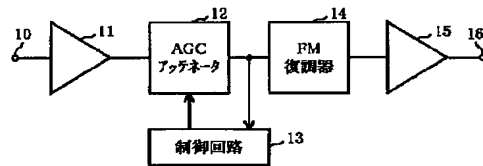
【図2】



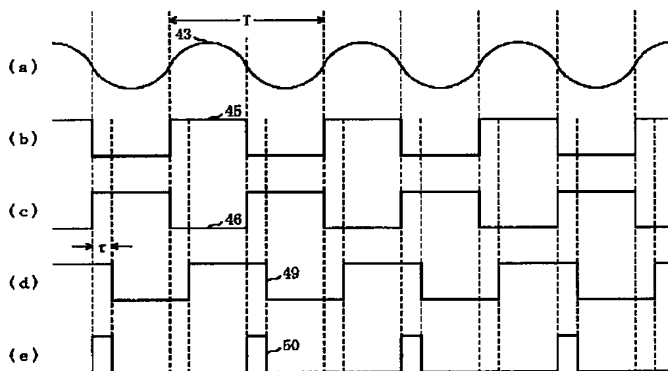
【図3】



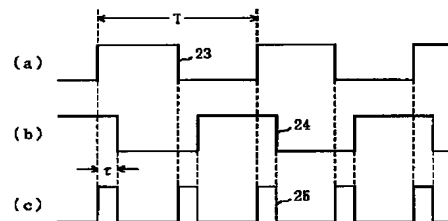
【図7】



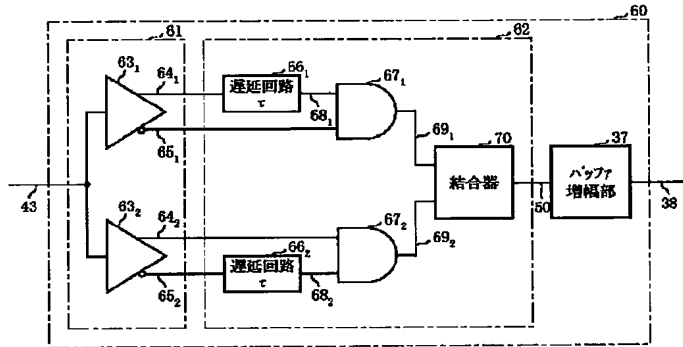
【図4】



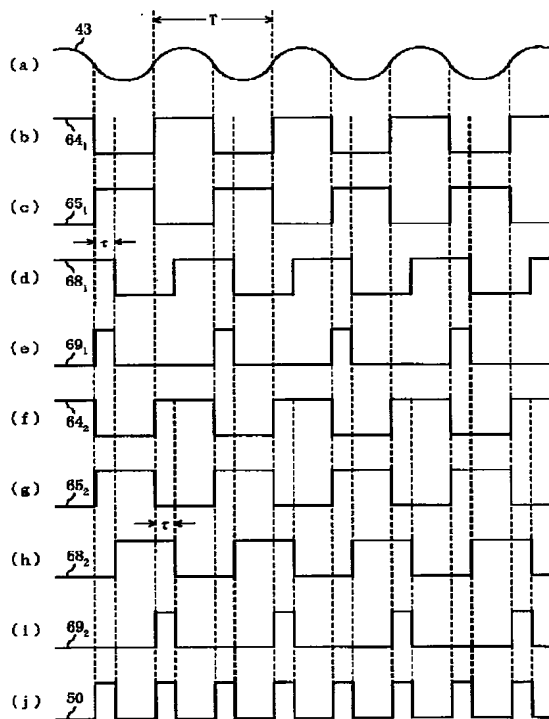
【図9】



【図5】



【図6】



【図8】

